



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl gungsschrift
⑩ DE 199 07 732 A 1

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 F 7/16

②① Aktenzeichen: 199 07 732.0
②② Anmeldetag: 23. 2. 1999
②③ Offenlegungstag: 24. 8. 2000

DE 199 07 732 A 1

⑦① Anmelder:
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

⑦④ Vertreter:
Schweiger, M., Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Anw., 80802
München

⑦② Erfinder:
Wölfges, Hans, 97816 Lohr, DE

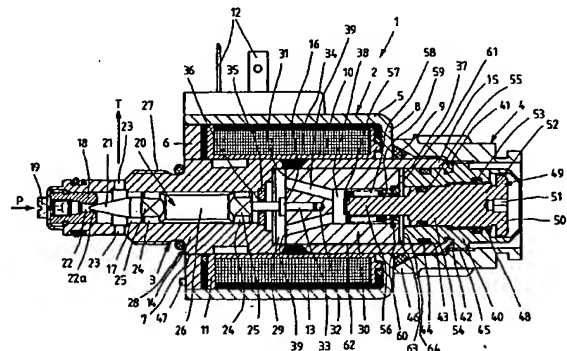
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 26 43 495 B2
DE-AS 11 11 737
GB 21 87 332 A
GB 20 32 185 A
US 41 53 890
US 15 04 773

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Proportionalmagnet mit abziehbarer Spule

⑤⑦ Ein proportionaler Betätigungsmagnet (1) für ein hydraulisches Magnetventil hat einen Pol (3) mit einer Ventilkegelaufnahmebohrung (17) zur Aufnahme eines Ventilkegels (20) sowie ein Polrohr (14) zur Aufnahme eines Ankers (30). Zwischen Anker (30) und Ventilkegel (20) erstreckt sich ein Ankerstoßel (33). In einem Bereich zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung (17) und Polrohr (14) ist um den Ankerstoßel (33) herum ein Staubereich (35) mit einer Stoßeldurchtrittsöffnung (36) vorgesehen. Zwischen der Innenseite der Stoßeldurchtrittsöffnung (36) und der Außenseite des in der Stoßeldurchtrittsöffnung (36) verlaufenden Ankerstoßels (33) ist ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet.



DE 199 07 732 A 1

Die Erfindung betrifft einen proportionalen Betätigungsmagneten insbesondere für ein hydraulisches Ventil.

Die bekannten Betätigungsmagnete weisen einen Pol mit einer Ventilegelaufrahmebohrung zur Aufnahme eines Ventilegels sowie ein im wesentlichen zylindrisches Polrohr mit einer Polrohrbohrung zur Aufnahme eines im wesentlichen zylindrischen Ankers auf. Bei den bekannten Betätigungsmagneten ist zwischen dem Anker und der Polrohrbohrung ein Luftspalt von ca. 0,1 mm bis 0,4 mm vorgesehen, oder auf der Seite des Ankerstößels ist der Ankerraum zur Außenumgebung offen, so daß die Hydraulikflüssigkeit ungedrosselt in den Ankerraum ein- und ausströmen kann. Luft und Schmutz können ungehindert in den Ankerraum gelangen und die Funktion des proportionalen Betätigungsmagneten stören. Es ist sehr schwierig, beim Entlüften des im Polrohr vorgesehenen Ankerraums die Luft völlig aus dem langen schmalen Spalt zwischen Anker und Polrohrbohrung zu entfernen. Darüber hinaus weisen die bekannten proportionalen Betätigungsmagnete häufig Zwischenräume und Verbindungsbohrungen auf, in denen sich beim Befüllen mit Hydrauliköl Luftsäcke bilden.

Entlüftungsschrauben haben sich hierbei nicht als zur Entlüftung geeignet erwiesen, da eine Vielzahl von Entlüftungsschrauben vorgesehen werden müßte, um bei wechselnder Einbaulage des hydraulischen Magnetventils von der höchsten Stelle im Magnetinnenraum stets ein Entlüften zu gewährleisten.

Dabei sind im Inneren des proportionalen Betätigungsmagneten vorhandene Luftblasen besonders nachteilig, da diese den Kompressionsmodul der Druckflüssigkeit reduzieren und somit die Dämpfung der Bewegung des Ankers erheblich vermindern. Dies hat zur Folge, daß das Magnetventil leicht zu Schwingungen angeregt werden kann, die Störungen im Betrieb des hydraulischen Magnetventils verursachen. Außerdem kann sich Schmutz im Ankerraum in die Ankerlagerung einklemmen und so zum Ausfall des Betätigungsmagneten führen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisches Magnetventil sowie einen proportionalen Betätigungsmagneten insbesondere für ein hydraulisches Magnetventil bereitzustellen, mit denen stets ein zuverlässiger Betrieb möglich ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung ist zwischen Anker und Ventilegel ein Ankerstößel vorgesehen, der gegenüber dem Anker und Ventilegel einen kleineren Durchmesser aufweist. Weiterhin ist im Bereich zwischen Ventilegelaufrahmebohrung und Polrohr um den Ankerstößel herum ein Staubereich mit einer Stoßeldurchtrittsöffnung vorgesehen, wobei zwischen der Innenseite der Stoßeldurchtrittsöffnung und der Außenseite des in der Stoßeldurchtrittsöffnung verlaufenden Ankerstößels um den Umfang der Stoßeldurchtrittsöffnung herum ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet ist.

Der Erfindung sieht demnach vor, auf der Seite des Ankerstößels die Hydraulikflüssigkeit zwischen Ankerraum und Außenumgebung gedrosselt ein- und ausströmen zu lassen, so daß sich im Ankerraum auf der Seite des Ankerstößels ein Staudruck aufbaut, der die Bewegung des Ankers dämpft.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Bereichs zwischen Ventilegelaufrahmebohrung und Polrohr ist stets eine gute Dämpfung der Bewegung des Ankers gewährlei-

stet. Die Hydraulikflüssigkeit, die durch eine Bewegung des Ankers im Polrohr in das Polrohr einströmt bzw. aus diesem ausströmt muß den Ringspalt durchtreten, wobei sie einem Reibungseinfluß unterliegt. Dadurch wird der Strömung ein Widerstand entgegen gesetzt, der dämpfend auf die Bewegung des Ankers einwirkt.

Vorteilhafterweise wird durch die Ausführung mit dem Ringspalt um den Ankerstößel herum auch das Eintreten von Schmutz und Luft in das Polrohr wirkungsvoll verhindert.

Bei der Erfindung hat sich herausgestellt, daß sich ein besonders vorteilhaftes Magnetventil mit einem proportionalen Betätigungsmagnet dann ergibt, wenn der Durchmesser des Ankerstößels besonders klein gewählt wird. Zum einen ergibt sich dadurch ein geringer Ölaustausch zwischen Polrohr und Ventilegelaufrahmebohrung bei einer Bewegung des Ankers. Zum anderen verringert sich bei gleicher Spaltbreite die Ringspaltfläche proportional mit dem Durchmesser des Ankerstößels. Eine geringe Ringspaltfläche erhöht den Dämpfungseffekt auf den Anker und verringert die Gefahr des Eintretens von Luft und/oder Schmutz in das Polrohr. Zusätzlich wird auch durch den geringen Ölaustausch zwischen Polrohr und Ventilegelaufrahmebohrung dem Eintreten von Luft und/oder Schmutz in das Polrohr entgegengewirkt. Vorteilhafterweise sollte der Ankerstößel in dem Staubereich nicht reiben, um eine etwaige Hysterese des Betätigungsmagneten nicht zu vergrößern.

Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung hat es sich besonders bewährt, den Ringspalt zwischen Ankerstößel und der Stoßeldurchtrittsöffnung so auszubilden, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,25 und insbesondere kleiner als 0,05 ist. Dabei ergibt sich eine gute Funktion, wenn die Ringspaltbreite 0,1 mm beträgt und wenn der Stoßeldurchmesser 2 mm beträgt. Bei einem Ankerdurchmesser von 16,7 mm stellt sich dann ein zuverlässiger Betrieb des erfindungsgemäßen Betätigungsmagneten ein.

Weitere Verbesserungen ergeben sich, wenn der Ringspalt noch weiter verkleinert wird, beispielsweise auf Maße von kleiner als 0,1 mm. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Lagerung des Ankers so auszuführen, daß nur ein geringes Axialspiel auftritt. Bei einer solchen Lagerung des Ankers kann die Spaltbreite nämlich noch weiter verringert werden, ohne daß der Ankerstößel aufgrund der axialen Verlagerungen des Ankers in dem Staubereich reibt, wodurch eine Hysterese des Betätigungsmagneten vergrößert würde.

Erfindungsgemäß soll die Spaltbreite so ausgeführt werden, daß sich bei einer Bewegung des Ankers aufgrund der Drosselung des Hydrauliköls im Ringspalt eine merkliche Dämpfung der Bewegung des Ankers ergibt.

Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung des Betätigungsmagneten wird der Innenraum des Polrohrs auch selbsttätig entlüftet, so daß Entlüftungsschrauben eingespart werden können.

Vorteilhafterweise ist der Staubereich als im wesentlichen kreisscheibenförmige Stauscheibe ausgebildet, in der die Stoßeldurchtrittsöffnung mittig angeordnet ist. Dadurch ergibt sich eine besonders einfache Herstellung und Montage des erfindungsgemäßen Betätigungsmagneten.

Weiterhin ist im Bereich zwischen der äußeren Mantelfläche des Ankers und der Polrohrbohrung eine Folienlagerung vorgesehen, die den Raum zwischen der äußeren Mantelfläche des Ankers und der Polrohrbohrung auch im wesentlichen vollständig ausfüllen kann. Dadurch ergibt sich eine Gestaltung des Innenraums des Polrohrs derart, daß sich nur noch schwer Luftsäcke bilden können, weil der lange schmale Spalt zwischen Polrohr und Anker durch die Folienlagerung vermieden wird.

In weiterer Ausbildung des erfindungsgemäßen Betätigungsmagnets kann das Polrohr auf seiner von der Ventilkelaufnahmebohrung abgewandten Seite einen Verschußdeckel aufweisen, der verschiedene Baugruppen beinhalten kann. So ist es denkbar, den Verschußdeckel mit einer Justier Vorrichtung zur Einstellung des Arbeitspunktes des Ankers auszuführen. Dies kann beispielsweise durch das Vor-

sehen einer Justierschraube im Verschußdeckel erfolgen. Weiterhin kann der Verschußdeckel auch eine Rückstellvorrichtung zur Beaufschlagung des Ankers mit einer Rückstellkraft aufweisen. Hierzu hat sich eine Rückstellvorrichtung bewährt, die insbesondere auch in den Anker hineinragen kann. Bei dieser Ausgestaltung wird der von der Rückstellvorrichtung eingenommene Raum immer von Hydraulikflüssigkeit durchströmt, die sich bei der Bewegung des Ankers innerhalb von im Anker vorgesehenen Ausgleichsbohrungen bewegt. Dadurch wird der Bildung und Ansammlung von Luftblasen im Polrohr wirksam entgegen gewirkt.

Die Rückstellvorrichtung übt eine Rückstellkraft auf den Anker aus und kann dabei so ausgebildet sein, daß in der Ankerbewegungsrichtung, wenn sich die Kegelspitze auf den Ventilsitz zu bewegt, ein Teil der Magnetkraft in zwei hintereinander geschaltete Druckfedern gespeichert wird. Dabei wird zuerst eine Ankerrückzugsfeder gering vorgespannt und die Vorspannkraft durch einen Anschlag begrenzt. Anschließend wird eine Schwingungsdämpfungsfeder weiter vorgespannt, bis die Kegelspitze im Ventilsitz aufliegt. Die Federrate der Schwingungsdämpfungsfeder ist hoch. Diese Feder wird nur wenige Zehntel Millimeter vorgespannt. Mit dieser Vorrichtung kann der Nullpunkt abgleich der Sollwert-Druckkennlinie durchgeführt werden, Druckschwingungen werden gedämpft und bei Sollwert 0, nachdem die Schwingungsdämpfungsfeder entspannt ist, zieht die Ankerrückzugsfeder den Anker gegen die Verschußdeckelanschlagfläche zurück, damit ein kleines Druckgefälle am Drosselspalt zwischen Ventilsitz und Kegelspitze erreicht wird.

Schließlich kann der Anker einen sich in axialer Richtung des Ankers erstreckenden Federraum aufweisen, von dessen Bohrungsgrund aus wenigstens eine Ausgleichsbohrung zu einer Stirnfläche des Ankers verläuft. Dadurch ist eine gründliche Durchspülung des Ankers mit Hydraulikflüssigkeit gewährleistet, wodurch der Ausbildung von Luftblasen entgegen gewirkt wird.

Schließlich ist die Erfindung auch in einem hydraulischen Magnetventil verwirklicht, das einen erfindungsgemäß ausgebildeten proportionalen Betätigungsmagneten aufweist.

Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels veranschaulicht.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen proportionalen Betätigungsmagneten und

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch einen Teilbereich des Betätigungsmagneten aus Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen proportionalen Betätigungsmagneten 1 im Querschnitt. Der Betätigungsmagnet 1 gliedert sich im wesentlichen in eine Betätigungsspule 2 und in einen Pol 3, auf den die Betätigungsspule 2 aufgesetzt und mit einer Kunststoffmutter 4 befestigt ist.

Die Betätigungsspule 3 hat ein Spulengehäuse 5, das im wesentlichen die Form eines Topfes hat. An einer offenen Stirnfläche des Spulengehäuses 5 ist eine Ringscheibe 6 eingesetzt, die eine Durchtrittsöffnung 7 aufweist, in der der Pol 3 angeordnet ist. An der der Ringscheibe 6 gegenüberliegenden Stirnfläche ist das Spulengehäuse zu einem Gehäuseboden 8 umgeformt, in der eine Bodenöffnung 9 vorgesehen ist, die mit der Außenseite des Pols 3 abschließt. In dem von der Außenseite des Pols 3 und dem Spulengehäuse 5 ge-

bildeten Hohlraum ist eine Magnetspule 10 angeordnet, die eine Vielzahl von auf einem Spulenträger 11 vorgesehenen Spulenwindungen aufweist, die an zwei auf der Außenseite des Spulengehäuses 5 vorgesehenen Anschlußfahnen 12 angeschlossen sind. Das nicht von der Magnetspule 10 eingenommene Volumen im Inneren des Spulengehäuses 5 ist mit einer Vergußmasse 13 ausgefüllt.

Der Pol 3 gliedert sich in einen in Fig. 1 linksseitig gelegenen Ventilkegelbereich 14, an den sich ein in Fig. 1 rechtsseitig gelegenes Polrohr 15 anschließt. Dabei ist in einem Übergangsbereich zwischen dem Ventilkegelbereich 14 und dem Polrohr 15 ein Konusbereich 16 vorgesehen, der als einstückig mit dem Ventilkegelbereich 14 und dem Polrohr 15 in Verbindung stehender antimagnetischer Materialbereich ausgebildet ist. Der Übergangsbereich zwischen Polrohr 15, Konusbereich 16 und Ventilkegelbereich 14 ist so ausgeformt, daß mit dem Betätigungsmagnet 1 auf den Ventilkegel 20 eine Kraft erzeugt wird, die proportional zum angelegten Strom ist.

Der Ventilkegelbereich 14 ist mit einer axial verlaufenden und durchgehenden Ventilkegelbohrung 17 versehen. In dem austretenden Ende der Ventilkegelbohrung 17 ist ein Ventilsitz 18 eingesetzt, in dem eine Eintrittsdüse 19 angeordnet ist. In dem in Fig. 1 gezeigten Zustand ragt ein in die Ventilkegelbohrung 17 eingesetzter Ventilkegel 20 mit einer Kegelspitze 21 in die Sitzbohrung 22 des Ventilsitzes 18 und bildet mit der Ventilsitzkante 22a einen Drosselspalt. Der Betätigungsmagnet arbeitet als direktbetätigtes Proportional-Druckbegrenzungsventil und regelt im Zufluß P den Druck. In Regelstellung kann Hydraulikflüssigkeit vom Zufluß P die Sitzbohrung 22, den Drosselspalt an der Ventilsitzkante 22a in die Ventilkegelbohrung 17 einströmen und aus dieser über radial im Ventilkegelbereich 14 vorgesehene Tankanschlußöffnungen 23 wieder abfließen.

Der Ventilkegel 20 weist neben der Kegelspitze 21 noch zwei im wesentlichen zylindrische Führungsabschnitte 24 auf, die mit in dieser Ansicht besonders gut sichtbaren Überströmabflachungen 25 versehen sind. Die beiden Führungsabschnitte 24 sind durch einen Verbindungsabschnitt 26 mit geringerem Durchmesser miteinander verbunden. Der Außendurchmesser der Führungsabschnitte ist so bemessen, daß der Ventilkegel 20 in der Ventilkegelbohrung 17 beweglich geführt ist.

Auf seiner Außenseite ist der Ventilkegelbereich 14 des Pols 3 zum einen mit einem Polgewinde 27 und zum anderen mit einem Anschlagabsatz 28 versehen, der in eingeschraubtem Zustand des Pols 3 in ein in dieser Ansicht nicht gezeigtes Ventilgehäuse an dem Ventilgehäuse anliegt.

Im Inneren des Polrohrs 15 ist ein Ankerraum 29 mit einer zylindrischen Polrohrbohrung 62 ausgebildet, in der ein Anker 30 mit im wesentlichen zylindrischer Form axial verschieblich eingesetzt ist.

Die Polrohrbohrung 62 ist vollständig mit einem hier nicht gezeigten, beispielsweise aus Teflonmaterial hergestellten Folienlager ausgekleidet. Die Abmessungen der Polrohrbohrung 62 und des Ankers 30 sind so gewählt, daß das Folienlager den Zwischenraum zwischen der Außenseite des Ankers 30 und der Polrohrbohrung 62 vollständig ausfüllt, wobei der Anker 30 noch leichtgängig innerhalb der Polrohrbohrung 62 verschieblich ist.

Der Anker 30 weist in seiner in Fig. 1 linksseitig gelegenen Stößelstirnseite 31 mittig eine Stößelsackbohrung 32 auf, in die ein stabförmiger Ankerstößel 33 eingesetzt ist. Am Ankerstößel 33 ist dabei ein ringförmiger Stößelabsatz 34 ausgeformt, mit dem sich der Ankerstößel 33 an der Stößelstirnseite 31 des Ankers 30 abstützt. Das vom Anker 30 wegweisende Ende des Ankerstößels 33 liegt auf der Stirnseite des in Fig. 1 rechtsseitig gelegenen Führungsabschnitts

24 des Ventilkegels 20 auf.

Der Ankerstößel 33 verläuft dabei in einem Bereich zwischen der Stößelstirnseite 31 und dem Führungsabschnitt 24 durch eine Stauscheibe 35, die in einem Übergangsbereich zwischen dem Ankerraum 29 und der Ventilkegelbohrung 17 in den Pol 3 eingesetzt ist. Die Stauscheibe 35 ist dazu mit einer mittig angeordneten Stößelbohrung 36 versehen. Die Stauscheibe 35 ist für eine gute Funktion des Betätigungsmagneten 1 an ihrem äußeren Umfang dicht mit dem Pol 3 verbunden. Die Stößelbohrung 36 ist so klein ausgeführt, daß der Ankerstößel 33 bei einer Axialbewegung des Ankers 30 gerade noch im wesentlichen reibungsfrei innerhalb der Stößelbohrung 36 bewegbar ist.

Der Anker 30 weist ferner an einer der Stößelstirnseite 31 gegenüberliegenden Rückstirnseite 37 eine als Sackloch ausgebildete Federkammer 38 auf. Der Grund der Federkammer 38 steht über zwei Durchströmkanäle 39 mit der Stößelstirnseite 31 derart in Verbindung, daß bei einer Bewegung des Ankers 30 innerhalb des Ankerraums 29 Hydraulikflüssigkeit durch die Durchströmkanäle 39 hindurchtreten kann.

Das Polrohr 15 ist an seinem in Fig. 1 rechtsseitig gelegenen Ende mit einem metallischen Verschußdeckel 40 verschlossen. Hierzu weist der Verschußdeckel 40 eine auf der Außenseite angeordnete umlaufende Bördelnut 41 auf, in die bei eingesetztem Zustand des Verschußdeckels 40 in das Polrohr 15 ein Polrohrband 42 des Polrohrs 15 eingedrückt ist. In dem im Inneren des Polrohrs 15 befindlichen Teil des Verschußdeckels 40 ist auf der Außenseite eine Ringnut 43 ausgeformt, in die ein Dichttring 44 eingesetzt ist, so daß sich eine dichte Verbindung zwischen der Außenseite des Verschußdeckels 40 und der Innenseite des Polrohrs 15 ergibt.

Auf der außerhalb des Polrohrs 15 gelegenen Außenseite des Verschußdeckels 40 ist ein Fixierungsgewinde 45 ausgeformt, das mit einem dazu komplementären Innengewinde der Kunststoffmutter 4 zusammenwirkt. Dadurch ist die Kunststoffmutter 4 auf den Verschußdeckel 40 aufschraubbar, wo sie mit einer Mutterunterseite 46 den Gehäusoboden 8 des Spulengehäuses 5 beaufschlagt und diesen fest gegen ein in dieser Ansicht nicht dargestelltes Ventilgehäuse preßt, in das der Pol 3 eingeschraubt ist. Ein an der Unterseite der Ringscheibe 6 vorgesehener Rastnocken 47, der in eine in dieser Ansicht nicht gezeigte Rastnockenöffnung im Ventilgehäuse eingreift, verhindert dabei, daß sich das Spulengehäuse 5 bezüglich des Ventilgehäuses verdreht.

Der Verschußdeckel 40 weist im Inneren eine axial verlaufende und durchgehende Justierschraubenbohrung 48 auf, in die eine Justierschraube 49 eingesetzt ist. Die Justierschraube 49 hat dabei einen Schraubenkopf 50, in dem eine Innensechskantöffnung 51 ausgeformt ist. An den Schraubenkopf 50 schließt sich ein Gewindebereich 52 an, der mit einem entsprechenden Innengewindebereich am Verschußdeckel 40 zusammenwirkt. Zusätzlich ist im Gewindebereich 52 zwischen dem Verschußdeckel 40 und der Justierschraube 49 ein Kunststoffring 53 zur Verdrehssicherung der Justierschraube 49 im Verschußdeckel 40 vorgesehen. Weiterhin weist die Justierschraube 49 einen Dichtbereich 54 auf, in dem außenseitig ein Dichttring 55 angeordnet ist, der eine Abdichtung zwischen der Justierschraube 49 und der Justierschraubenbohrung 48 bewirkt.

Ausgehend vom Dichtbereich 54 erstreckt sich ein stabförmiger Rückstellfederträger 56 der Justierschraube 49 in die Federkammer 38 des Ankers 30 hinein. Der Rückstellfederträger 56 weist an seinem Ende eine Anschlagscheibe 57 auf, an der sich ein Ende einer Schwingungsdämpfungsfeder 58 abstützt. Das andere Ende der Schwingungsdämpfungsfeder 58 stützt sich in dem in Fig. 1 gezeigten Zustand

an einer in der Federkammer 38 befestigten Anschlagshülse 59 ab, die über einen Sicherungsring 60, der sowohl in einer Nut in der Anschlagshülse 59 als auch in einer Nut in der Federkammer 38 eingreift, axial bezüglich des Ankers 30 fixiert ist.

Dabei ist im Inneren der Anschlagshülse 59 in einem Bereich zwischen dem Rückstellfederträger 56 und der Wandung der Anschlagshülse 59 eine Ankerrückzugsfeder 61 eingesetzt, die in dem in Fig. 1 gezeigten Zustand durch die Wirkung der Schwingungsdämpfungsfeder 58 zusammenge-drückt ist.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch einen Teilbereich des Ankers 30 und der Justierschraube 49 in einem Zustand, in dem der Anker 30 gegenüber dem in Fig. 1 gezeigten Zustand nach rechts verschoben ist.

Wie man in dieser Ansicht besonders gut sieht, ist die Anschlagscheibe 57 durch Umbördeln eines Materialbereichs des Rückstellfederträgers 56 fest mit diesem verbunden.

In dem in Fig. 2 gezeigten Zustand ist der Anker 30 soweit bezüglich der Justierschraube 49 nach rechts verschoben, daß die Schwingungsdämpfungsfeder 58 bis auf die Restvorspannkraft der Ankerrückzugsfeder 61 entspannt ist. Mit dem in Fig. 2 rechtsseitig gelegenen Ende liegt die Schwingungsdämpfungsfeder 58 auf dem linken Ende der Ankerrückzugsfeder 61 auf.

Im Betrieb verhält sich der erfindungsgemäße Betätigungsmagnet 1 wie folgt. Bei einem Stromfluß durch die Magnetspule 10 wird der Anker 30 in die in Fig. 1 gezeigte Druckregelstellung gezogen, in der er über den Ankerstößel 33 den Ventilkegel 20 so beaufschlagt, daß die Kegelspitze 21 mit der Ventilsitzkante 22a einen vorbestimmten Drosselspalt bildet. Um das bei der Bewegung des Ankers 30 nach links sich aus dem Ankerraum 29 herausbewegende Hubvolumen des Ankerstößels 33 auszugleichen, strömt Hydraulikflüssigkeit aus der Ventilkegelbohrung 17 über den Ringspalt zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 in den Ankerraum 29. Außerdem wird die Hydraulikflüssigkeit im Ankerraum 29 vom Anker 30 verdrängt und strömt über die Durchströmkanäle 39 im Anker 30 und über die Federkammer 38 in den hinteren Ankerraum 63.

Bei einer Bewegung des Ankers 30 nach rechts schiebt der Anker 30 die Hydraulikflüssigkeit aus dem hinteren Ankerraum 63 über die Federkammer 38 und die Durchströmkanäle 39 in den Ankerraum 29. Die überschüssige Hydraulikflüssigkeit im Ankerraum 29, entsprechend dem eindringenden Stößelvolumen, entweicht über den Ringspalt zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 zurück in die Ventilkegelbohrung 17.

Wenn in Regelstellung des Ankers 30 in der Sitzbohrung 22 schnelle Druckänderungen auftreten oder schnelle Stromänderungen auf die Magnetspule 10 geschaltet werden, bewegt sich der Anker mit hoher Geschwindigkeit nach rechts und links. Dabei strömt kurzzeitig eine große Menge Hydraulikflüssigkeit vom Ankerraum 29 in den hinteren Ankerraum 63 und zurück. In den Durchströmkanälen 39, der Federkammer 38, vorbei an der Anschlagscheibe 57, der Schwingungsdämpfungsfeder 58 und der Ankerrückzugsfeder 61 wird der Strömung ein Widerstand entgegengesetzt, so daß sich bei einem Hub des Ankers 30 nach links im Ankerraum 29 ein Staudruck aufbaut, der auch auf die Stößelstirnseite 31 wirkt, und so die Bewegung des Ankers 30 nach links bremst.

Der ausströmenden Hydraulikflüssigkeit aus dem Ankerraum 29 in die Ventilkegelbohrung 17 wird somit von der kleinen Ringspaltfläche zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 ein hoher Widerstand entgegengesetzt, wodurch sich im Ankerraum 29 ein Staudruck aufbauen kann. Desgleichen wird bei einem Hub des Ankers 30 nach rechts

im hinteren Ankerraum 63 ein Staudruck aufgebaut der auf die Rückstirnseite 37 des Ankers 30 wirkt und die Bewegung des Ankers bremst. Im Ergebnis werden die Ankerbewegungen in beide Richtungen gedämpft.

Zusätzlich dämpft die Schwingungsdämpfungsfeder 58 die Regelhub vom Anker 30 in beide Richtungen. Tritt in der Sitzbohrung 22 eine Druckschwingung auf und der Druck fällt dabei unter den vorgegebenen Wert ab, bewegt sich der Ventilkegel 20 mit dem Anker 30 nach links und verkleinert den Drosselspalt zwischen Ventilkante 22a und Ventilkegelspitze 21. Gleichzeitig wird die Schwingungsdämpfungsfeder 58 höher vorgespannt, und durch die hohe Federrate dieser Feder der Regelhub des Ventilkegels 20 nach links reduziert. Steigt der Druck in der Sitzbohrung 22 über den vorgegebenen Wert an, schiebt die auf die Ventilkegelspitze 21 einwirkende höhere hydraulische Kraft den Ventilkegel 20 und den Anker 30 nach rechts. Dabei wird die Schwingungsdämpfungsfeder 58 entsprechend ihrer Federrate entspannt. Die zuvor in der Schwingungsdämpfungsfeder 58 gespeicherte Magnetkraft wird frei und steigt um denjenigen Betrag an, um den die Federkraft abnimmt. Damit wird der Regelhub des Ventilkegels nach rechts verkleinert. Durch die aufgeführten Dämpfungseinrichtungen wird verhindert, daß die Regelbewegungen von Ventilkegel 20 und Anker 30 zu groß werden, wodurch Dauerschwingungen wirksam unterdrückt werden.

Wird der elektrische Strom auf die Magnetspule 10 bis auf einen kleinen Vorstrom zurückgenommen, drückt die Schwingungsdämpfungsfeder 58 den Anker 30 um die Vorspannhub dieser Feder, der nur wenige Zehntelmillimeter beträgt, nach rechts. Nachfolgend schiebt die Ankerrückzugsfeder 61 den Anker 30 gegen die Verschlussdeckelanschlagfläche 64. Dadurch entsteht zwischen Ventilsitzkante 22a und Ventilkegelspitze 21 ein großer Drosselspalt, der der strömenden Hydraulikflüssigkeit nur einen kleinen Widerstand entgegensetzt.

Bezugszeichenliste

- 1 Betätigungsmagnet
- 2 Betätigungsspule
- 3 Pol
- 4 Kunststoffmutter
- 5 Spulengehäuse
- 6 Ringscheibe
- 7 Durchtrittsöffnung
- 8 Gehäuseboden
- 9 Bodenöffnung
- 10 Magnetspule
- 11 Spulenträger
- 12 Anschlußfahne
- 13 Vergußmasse
- 14 Ventilkegelbereich
- 15 Polrohr
- 16 Konusbereich
- 17 Ventilkegelbohrung
- 18 Ventilsitz
- 19 Eintrittsdüse
- 20 Ventilkegel
- 21 Ventilkegelspitze
- 22 Sitzbohrung
- 22a Ventilsitzkante
- 23 Tankanschlußöffnung
- 24 Führungsabschnitt
- 25 Überströmabflachung
- 26 Verbindungsabschnitt
- 27 Polgewinde
- 28 Anschlagabsatz

- 29 Ankerraum
- 30 Anker
- 31 Stößelstirnseite
- 32 Stößelsackbohrung
- 33 Ankerstößel
- 34 Stößelabsatz
- 35 Stauscheibe
- 36 Stößelbohrung
- 37 Rückstirnseite
- 38 Federkammer
- 39 Durchströmkanal
- 40 Verschlussdeckel
- 41 Bördelnut
- 42 Polrohrtrand
- 43 Ringnut
- 44 Dichtring
- 45 Fixierungsgewinde
- 46 Mutterunterseite
- 47 Rastnocken
- 48 Justierschraubenbohrung
- 49 Justierschraube
- 50 Schraubenkopf
- 51 Innensechskantöffnung
- 52 Gewindebereich
- 53 Kunststoffring
- 54 Dichtbereich
- 55 Dichtring
- 56 Rückstellfederträger
- 57 Anschlagsscheibe
- 58 Schwingungsdämpfungsfeder
- 59 Anschlaghülse
- 60 Sicherungsring
- 61 Ankerrückzugsfeder
- 62 Polrohrbohrung
- 63 hinterer Ankerraum
- 64 Verschlussdeckelanschlagfläche

Patentansprüche

1. Proportionaler Betätigungsmagnet (1) insbesondere für ein hydraulisches Magnetventil, der die folgenden Merkmale aufweist:
 - einen Pol (3) mit einer Ventilkegelaufnahmebohrung (17) zur Aufnahme eines Ventilkegels (20),
 - ein im wesentlichen zylindrisches Polrohr (14) mit einer Polrohrbohrung (62) zur Aufnahme eines im wesentlichen zylindrischen Ankers (30),
 - zwischen Anker (30) und Ventilkegel (20) erstreckt sich ein Ankerstößel (33), der gegenüber dem Anker (30) und dem Ventilkegel (20) einen kleineren Durchmesser aufweist,
 - in einem Bereich zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung (17) und Polrohr (14) ist um den Ankerstößel (33) herum ein Staubereich (35) mit einer Stößeldurchtrittsöffnung (36) vorgesehen, wobei zwischen der Innenseite der Stößeldurchtrittsöffnung (36) und der Außenseite des in der Stößeldurchtrittsöffnung (36) verlaufenden Ankerstößels (33) ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet ist.
2. Betätigungsmagnet nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,25 ist.
3. Betätigungsmagnet nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,05 ist.
4. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Staube-
reich als im wesentlichen kreisscheibenförmige Stau-
scheibe (35) ausgebildet ist, in der die Stößeldurch-
trittsöffnung (36) mittig vorgesehen ist.

5. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden 5
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich
zwischen Außenseite des Ankers (30) und der Polrohr-
bohrung (62) eine Folienlagerung vorgesehen ist.

6. Betätigungsmagnet nach Anspruch 5, dadurch ge- 10
kennzeichnet, daß die Folienlagerung den Raum zwi-
schen der Außenseite des Ankers (30) und der Polrohr-
bohrung (62) im wesentlichen vollständig ausfüllt.

7. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Polrohr 15
(14) auf seiner von der Ventilkegelauflagebohrung (15)
(17) abgewandten Seite einen Verschlußdeckel (40)
aufweist.

8. Betätigungsmagnet nach Anspruch 7, dadurch ge-
kennzeichnet, daß der Verschlußdeckel (40) eine Ju- 20
stierschraube (49) zur Einstellung des Arbeitspunktes
des Ankers (30) aufweist.

9. Betätigungsmagnet nach Anspruch 7 oder Anspruch
8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlußdeckel 25
(40) eine Rückstellvorrichtung (57, 58, 59, 61) zur Be-
aufschlagung des Ankers (30) mit einer Rückstellkraft
aufweist.

10. Betätigungsmagnet nach einem der Ansprüche 7
bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellvor-
richtung (57, 58, 59, 61) so ausgebildet ist, daß der An- 30
ker (30) mit einer Rückstellkraft beaufschlagbar ist, die
über den Hub des Ankers (30) eine nichtlineare Kenn-
linie aufweist.

11. Betätigungsmagnet nach Anspruch 10, dadurch
gekennzeichnet, daß die Rückstellvorrichtung eine 35
Schwingungsdämpfungsfeder (58) sowie eine mit der
Schwingungsdämpfungsfeder (58) in Reihe geschaltete
Ankerrückzugsfeder (61) mit einer kleineren Feder-
konstante aufweist, wobei ferner die Wirkung der An-
kerrückzugsfeder (61) beim Überschreiten einer vorbe- 40
stimmten Rückstellkraft aufhebbar ist.

12. Betätigungsmagnet nach einem der Ansprüche 9
bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (30) ei-
nen sich in axialer Richtung erstreckenden und als
Sackloch (38) ausgebildeten Federraum aufweist.

13. Betätigungsmagnet nach Anspruch 12, dadurch 45
gekennzeichnet, daß der Anker (30) wenigstens eine
Ausgleichsbohrung (39) aufweist, die sich insbeson-
dere von einem Bohrungsgrund des Sacklochs (38) aus
zu einer Stirnfläche (31) des (30) Ankers erstreckt.

14. Hydraulisches Magnetventil mit einem Betäti- 50
gungsmagneten nach einem der vorhergehenden An-
sprüche.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

